PART2 地球温暖化

目標　地球温暖化の原因や，気温上昇の特徴について説明できる

Chapter1　地球温暖化

1　人間活動によって生じる大気と海洋の変動

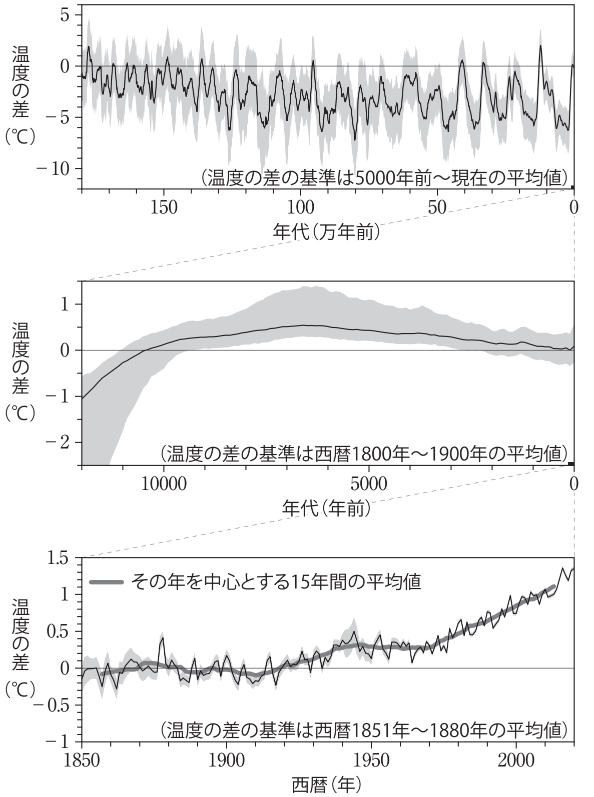
PART1 では，エルニーニョ現象について学びました。これは，人間活動がなかったとしても自然と生じる大気と海洋の変動の例です。

→　人間活動は，地球の気候に影響を与えているのでしょうか？

・**第四紀の気候変動**

天文学的な原因〔地球の軌道の変化などによる日射量の変動〕により，氷期と間氷期がくり返されてきた。現在に最も近い氷期〔最終氷期〕が終わったあと，現在までに一度現在より暖かくなっている。

過去 100 年間に約（0.1℃ / 1℃ / 10℃）という急激な温暖化は，天文学的には説明できない。



※

講師からのMessage

上の２つの図は化石などを分析すること，一番下の図は実際に観測することでそれぞれ得られた過去の温度の情報をもとに，統計的な処理を行った結果を描いたものです。

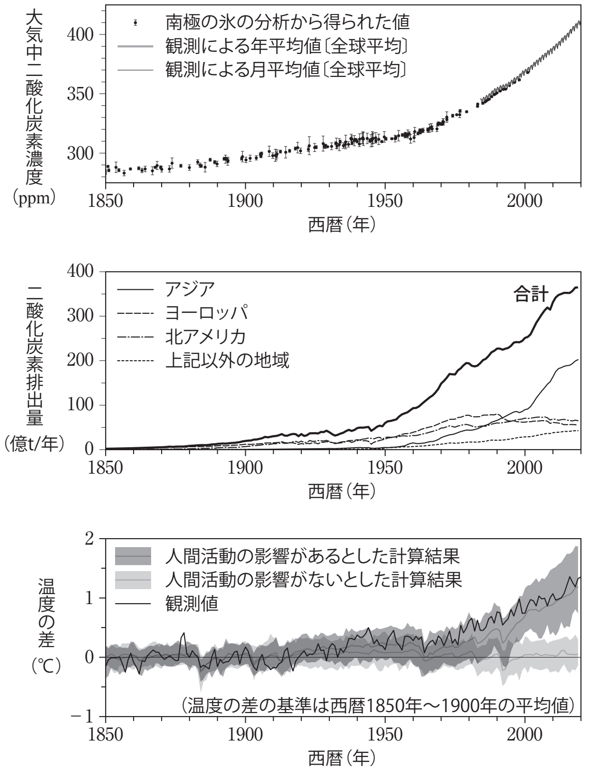
なお，灰色の部分は統計的に 95% の確率で入ると考えられる温度の差の範囲を表しています。たとえば一番下の図であれば，観測点が増えてデータの信頼性が高くなることで，現在に近いほど灰色の部分の範囲が狭くなる〔現在は幅がほとんど見えない〕ようすがわかりますね！

※出典：
Snyder，C.W.（2016），NOAA（アメリカ海洋大気庁），Berkeley Earth などの公開データから作成

・**大気中の CO_2 の増加**

大気中の CO_2 濃度と人間活動による大気中への CO_2 排出量は，過去 150 年にわたっていずれも大幅に上昇している。

IPCC が 2021 年に公表した第 6 次報告書では，「人間の影響が大気，海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない」とされている。



※

人間活動の影響があるとすれば現在の温暖化が説明でき，ないとすれば現在の温暖化は説明できない。

→　温暖化は人間活動にともなう温室効果ガスの排出が主要な原因だと考えられる。

まとめ

地球は，過去 100 年間で約 1℃温暖化した。この主要な原因は，人間活動による CO_2 などの＿＿＿＿＿＿＿＿の排出だと考えられている。

知っておこう

ppm

PARTs per million〔百万分率〕。

$$\frac{400}{100万}=\frac{4}{10000}=\frac{0.04}{100}$$

なので，400ppm は 0.04% と同じです。

温室効果ガスの濃度は ppm で表されることも多いので，ぜひ覚えておきましょう！

知っておこう

IPCC

Intergovernmental Panel on Climate Change〔気候変動に関する政府間パネル〕。世界気象機関と国連環境計画によって 1988 年に設立されました。

IPCC は，出版された論文をもとに，気候変動に関する最新の情報をとりまとめます。

IPCC の報告書は，各国政府の政策の科学的な基礎となることを目的として作成されています。この報告書は，「何がどの程度確からしいか」を示していることが特徴的です。

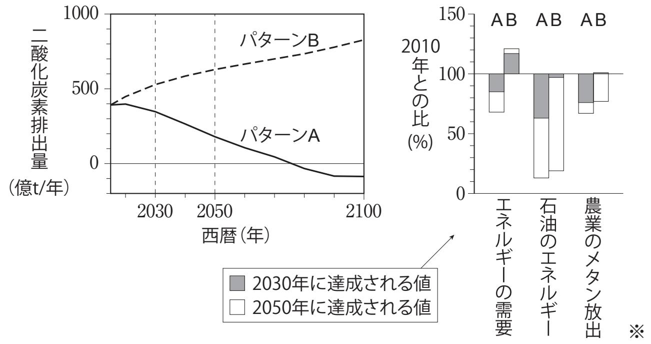
※出典：
NOAA，WMO WDCGG（世界気象機関 温室効果ガス世界資料センター），Our World in Data，IPCC などの公開データから作成

Chapter2　演習問題

□　21世紀の人間活動と温暖化

20 世紀には，人間活動の影響で温暖化が起こりました。21 世紀にはどうなるのでしょうか？

今回の演習問題では，現在予測されている 21 世紀の人間活動と温暖化について確認してみましょう。



※出典：
IPCC の公開データから作成

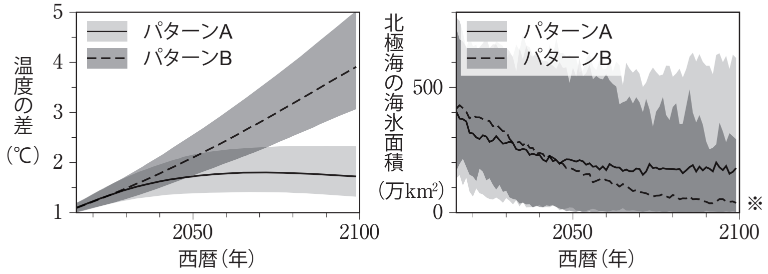
問題(1)　上の図は，21 世紀の人間活動を想定した 2 つのパターンを表しています。この図に関連して述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選んでください。

☞　ここに挙げたのは 2 つのパターンですが，IPCC の報告書ではさらに極端な場合やこの 2 つの間のパターンも想定されています。

パターン A は，エネルギーの需要全体だけではなく，石油などの（化石燃料 / 再生可能エネルギー）の使用量を今すぐに大幅に削減するものである。これにより，CO_2 排出量を 2020 年以降減少させている。また，2080 年ごろからは CO_2 排出量が 0 より小さくなっている。これは，（原子力発電 / 植林）による CO_2 の減少量が，CO_2 排出量を上回るからである。

一方，パターン B では，今後もエネルギーの需要が増加する。エネルギーの転換により石油のエネルギーの使用量を 2050 年までに大幅に削減するが，CO_2 排出量は増加し続ける想定となっている。

なお，どちらのパターンでも，農業のメタン放出の削減が行われることになっている。これは，メタンは同じ量であれば CO_2 と比べて（強い / 同程度の / 弱い）温室効果をもつからである。



（温度の差の基準は西暦1850年～1900年の平均値）

※出典：
IPCC の公開データから作成

問題⑵　上の図は，⑴の２つのパターンが実現されたときについて，どの程度の温暖化が起こるか，また，北極海の９月の海氷面積がどのように変化するかを表しています。これらの図に関連して述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選んでください。

パターン **A** では，2070 年ごろに温暖化がピークを迎え，それ以降はゆるやかに寒冷化する予想となっている。温暖化のピークにおける温度は 1850 ～ 1900 年と比べて約（1.5℃ ／ 4℃）高い温度となっている。一方，パターン **B** では 2100 年まで温暖化が続き，2100 年には 1850 ～ 1900 年と比べて約（1.5℃ ／ 4℃）高い温度が予想されている。

温度の違いは，北極海の海氷の面積にも表れている。どちらのパターンでも海氷の面積は大幅に減少するが，特にパターン **B** では 2100 年までに海氷がほぼ消滅すると予想されている。北極海におけるこのような大きな変化の原因の 1 つは，次のように説明される。

北極海で温度が少し上昇すると，海氷が少しとける。氷がとけて水になると，表面のアルベドが（上昇 ／ 低下）する。つまり，地表の吸収するエネルギーの割合が（大きく ／ 小さく）なる。これにより，北極海の温度はさらに上昇する。

このような，少しの変化が起こるとその変化が自動的に強められるはたらきを正のフィードバックという。正のフィードバックや，逆に変化を弱める負のフィードバックがどの程度強く，どの程度速くはたらくのかは気候変動の予測において重要であり，研究が積極的に進められている。

知っておこう

日本の温暖化

地球全体の温暖化が起こったとき，日本の気候も大きく変化すると考えられています。

１年間の熱帯夜〔最低気温 25℃以上の夜〕の日数を例としましょう。地球平均で 1.4℃の温暖化が起こった場合には約９日，3.7℃の温暖化が起こった場合には約 41 日（!?）増加すると予想されています（気象庁による）。

復習

アルベド（第６講）

入射した光のうち，反射される割合のこと。白っぽいものほど，アルベドは大きい。

第10講 PART2 確認問題

問1 地球の平均気温は過去100年間で約（ ア ）℃上昇したといわれており，この主な原因は，（ イ ）などの温室効果ガスの排出であると考えられている。現在の大気中の二酸化炭素濃度は，a約400ppmである。第四紀には，氷期と間氷期がくり返す気候変動があったが，これは，（ ウ ）の軌道の変化などの天文学的なものが原因である。

(1) 空欄アにあてはまる数値として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 0.2　② 0.5　③ 1　④ 2

(2) 空欄イにあてはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 植物の光合成による酸素　② 生物の呼吸による二酸化炭素
③ 人間活動による水蒸気　④ 人間活動による二酸化炭素

(3) 下線部aに関して，400ppmは何％にあたるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 0.04%　② 0.4%　③ 4%　④ 40%

(4) 空欄ウにあてはまる天体として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 太陽　② 地球　③ 月　④ 木星

< Note >

第 10 講　現在の地球環境の変動

PART1　エルニーニョ現象

問題(1)　16 回，4

問題(2)　エルニーニョ現象

問題(3)　弱く，東，東，弱い，弱く，冷夏

PART2　地球温暖化

問題(1)　化石燃料，植林，強い

問題(2)　1.5℃，4℃，低下，大きく

PART3　地球環境問題

問題(1)　減らし，7，3

問題(2)　減らし，植林，2

第 10 講　PART2　確認問題　解答

問 1

（1）　③

解説：

地球の平均気温は，過去 100 年間で約 1℃上昇したと言われている。

（2）　④

解説：

平均気温の上昇の主な原因は，人間活動による二酸化炭素などの温室効果ガスの排出である。

（3）　①

解説：

1ppm は 100 万分の 1 の割合を表す。400ppm は

$$\frac{400}{1000000}=\frac{4}{10000}=\frac{0.04}{100}$$

より，0.04％である。

（4）　②

解説：

第四紀の氷期と間氷期のくり返しは，地球の軌道の変化などの天文学的な要因で起こったと考えられている。